MOBIUS

DIE HAUPTSÄTZE DER ASTRONOMIE

VITTORIO EM. III

Digitized by Google

FONDO PROVINCIA

NAZIONALE
BIBLIOTECA
B. Prov.
Miscellanea
B
127
936
VITTORIO EM. III
NAPOLI

BIBLIOTECA PROVINCIALE
Mis B. 127/936
Armadio
Palchetto
Num.° d' ordine 35

FOND

SBN 674954

Die Hauptsätze

der

Astronomie

zum

BIBLIOTECA PROVINCIALE DI NAPOLI

Gebrauche bei seinen Vorlesungen für Gebildete

zusammengestellt

von

August Ferdinand Möbius.

Fünfte Auflage.

Leipzig,
bei Georg Joachim Göschen.
1868.

BIBLIOTECA PROVINCIALE
DI
NAPOLI

I. Von der Erde.

1. Von der täglichen Umdrehung der Himmelskugel.

Die Erde erscheint uns als eine große Kreisscheibe, und der Himmel als ein auf dieser Scheibe ruhendes Kugelgewölbe.

Horizont. Verticallinie. Zenith. Nadir.

Fast alle Himmelskörper bleiben in unveränderter Lage gegen einander, verändern aber fortwährend ihre Lage gegen den Horizont, so daß es scheint, als ob sie an der inneren Fläche einer Hohlkugel, in deren Mittelpunkte sich der Beobachter befindet, befestiget wären und durch gleichförmige Umdrehung dieser Kugel um eine durch den Mittelpunkt gehende feste Axe eine gemeinschaftliche Kreisbewegung erhielten.

Sterntag. — Weltaxe, Nordpol, Südpol. — Parallelkreise, Aequator. — Meridian. Culmination, obere, untere. — Mittagslinie. Nord-, Süd-, Ost-, Westpunkt. — Aufgang, Untergang. — Polhöhe. Aequatorhöhe.

Verschiedene Geschwindigkeit der Sterne in verschiedenen Parallelkreisen. — In unsern Ländern gehen die Sterne, deren Entfernung vom Nordpole (Südpole) kleiner, als die Polhöhe, ist, nie unter (auf). — Die Zeit von der oberen Culmination bis zur unteren ist der Zeit von der unteren bis zur oberen gleich. — Die Zeit vom Aufgange bis zum Untergange wird durch die Culmination halbirt.

2. Von der Gestalt der Erde.

Beobachtungen. 1) An jedem Orte der Erde werden die scheinbaren gegenseitigen Entfernungen der Sterne von derselben Größe beobachtet. 2) Dagegen ist die Polhöhe nicht an jedem Orte von gleicher Größe, sondern größer in den nördlich von uns liegenden Ländern, kleiner in den südlich gelegenen. 3) Eben so geht auch ein und derselbe Stern an verschiedenen Orten nicht zu gleicher Zeit auf oder unter, sondern früher an östlicheren, später an westlicheren.

Aus 1) folgt, daß auch der größte Abstand, den zwei Oerter auf der Erde von einander haben können, gegen die Abstände der Sterne von der Erde unendlich klein ist; aus 2), daß die Erde von Norden nach Süden, und aus 3), daß sie von Osten nach Westen gekrümmt ist. Genauere Beobachtungen zeigen, daß beide Krümmungen gleichförmig, also kreisförmig sind, und die Erde der Gestalt einer Kugel sehr nahe kommt, was auch durch andere Erfahrungen und Beobachtungen vollkommen bestätigt wird. Dahin gehören: a) die Rundung des Horizonts; b) die Bemerkung, daß von hohen und entfernten irdischen Gegenständen nur die oberen Theile sichtbar sind; c) der runde Schatten der Erde bei Mondfinsternissen; d) die Reisen um die Welt seit 1519.

Erdaxe, Erdpole, irdischer Aequator, irdische Meridiane und Parallelkreise. — Länge, Breite.

Die Breite eines Ortes ist seiner Polhöhe gleich. — Der Unterschied der Längen zweier Oerter in Zeit verwandelt, indem man auf 360 Grade 24 Stunden rechnet, ist dem Unterschiede der in einem und demselben Zeitpunkte an beiden Oertern gezählten Zeiten gleich.

3. Von der Größe der Erde.

Der Unterschied der Polhöhen zweier Oerter, die in einerlei Meridiane liegen, giebt den zwischen die Oerter fallenden Bogen des Meridians in Graden ausgedrückt. Mißt man hierauf denselben Bogen nach einem bekannten Längenmaße, z. B. nach Meilen, so erhält man durch Vergleichung der auf den Bogen ge-

henden Grade und Meilen die Anzahl von Meilen, welche auf 360 Grade, d. i. auf den ganzen Umring der Erde, gehen.

Aelteſte Ausmeſſer der Erde: Eratoſthenes, im dritten, und Poſidonius, im erſten Jahrhunderte vor Chr.; der Kalif Almamum, 827 Jahre nach Chr.

Vollkommenere Meſſungen; von Snellius 1615 (Triangulirung); von Picard 1669 (Fernröhre); von Joh. und Jac. Caſſini von 1683 bis 1718.

4. Genauere Beſtimmung der Geſtalt und Größe der Erde.

Meſſungen, wodurch vorzüglich die Geſtalt der Erde näher beſtimmt werden ſollte, ſind die von Bouguer, de la Condamine u. A. im nördlichen Theile von Peru (1735—44) und von Maupertuis, Clairaut u. A. in Lappland (1736—37) angeſtellten. Es ergaben ſich hieraus die Grade eines Meridians nach dem Aequator hin kleiner, nach den Polen hin größer, und man ſchloß daraus, daß die Erde an den Polen etwas abgeplattet ſein müſſe.

Die berühmteſte unter den neueren Gradmeſſungen iſt die in Frankreich zur Beſtimmung einer Maßeinheit (Mètre = dem 10 000 000 ſten Theil eines Meridianquadranten) unternommene. Delambre und Mechain 1792—98; Biot und Arago 1807 bis 1808. Aus dieſer und mehreren anderen in neuerer Zeit ausgeführten Meſſungen ergeben ſich:

der halbe Aequatorialdurchm. = 3 272 077 Toiſen (1 Toiſe = 6 pariſ. Fuß.)
der halbe Polardurchmeſſer = 3 261 139
die Abplattung = $\frac{1}{299}$.

Eine geographiſche Meile iſt der 15te Theil eines Grades des Aequators und hat hiernach eine Länge von 3807¼ Toiſen. Der Aequator enthält daher 5400 und ſein Durchmeſſer 1719 geographiſche Meilen; der Durchmeſſer von Pol zu Pol nur 1713 Meilen.

5. Von der Axendrehung der Erde.

Die Erſcheinung der täglichen Umdrehung der Himmelskugel um eine feſte Axe von Morgen nach Abend kann auch dadurch

hervorgebracht werden, daß die Himmelskugel ruht, und daß die Erdkugel ſich täglich einmal um dieſelbe Axe von Abend nach Morgen dreht. Letztere Annahme iſt wegen der größtentheils unermeßlichen Entfernungen der unzählig vielen und zum Theil unſere Erde an Größe bei weitem übertreffenden Himmelskörper ungleich wahrſcheinlicher, als die Drehung der Himmelskugel. Seitdem man aber in neuerer Zeit die Erdkugel an beiden Polen etwas abgeplattet gefunden und an verſchiedenen Orten Beobachtungen über die Schwingungszeiten von Pendeln*) und über die Abweichung fallender Körper von der Verticallinie nach Oſten**) angeſtellt hat, iſt die Drehung der Erdkugel bis zur vollkommenſten Gewißheit erhoben.—Einen ſehr augenfälligen Beweis für dieſe Drehung liefert noch die von Foucault im Jahre 1851 nachgewieſene Drehung der Schwingungsebene eines Pendels um die Verticallinie von Oſten nach Weſten.

6. Von der Atmoſphäre.

Die Erde iſt ringsum von einer ſchweren, elaſtiſchen und durchſichtigen Flüſſigkeit umgeben, welche die Atmoſphäre genannt wird. Da hiernach die oberen Theile der Atmoſphäre die unteren zuſammendrücken, und dem Drucke der Luft ihre Dichtigkeit proportional iſt, ſo iſt ſie an der Erdoberfläche am dichteſten und nimmt an Dichtigkeit immer mehr ab, je weiter man ſich von

---

*) Die Schwerkraft, und damit auch das Gewicht eines und deſſelben Körpers, der Fallraum eines Körpers in der erſten Secunde, ſo wie die Länge eines Secundenpendels, nehmen vom Aequator nach den Polen hin zu. Jede dieſer Größen iſt wegen der Axendrehung der Erde um $\frac{1}{289}$, wegen der abgeplatteten Geſtalt der Erde um $\frac{1}{150}$, und folglich wegen beider Urſachen zugleich um $\frac{1}{194}$, größer unter den Polen, als unter dem Aequator.

**) Beobachtungen über fallende Körper ſind zuletzt im Jahre 1831 von Reich im Dreibrüderſchachte bei Freiberg angeſtellt worden. Bei einer Tiefe des Falles von 488 pariſ. Fuß betrug die aus 106 fallenden Kugeln im Mittel geſchloſſene öſtliche Abweichung 12,6 Linien, welche nur um 0,4 Linien die aus der Theorie gefolgerte Abweichung übertraf.

der Erde entfernt. So oft man um etwa ½ Meile höher steigt, findet man die Luft halb so dicht, als an der tieferen Station. Die Höhe der Atmosphäre dürfte nicht über 10 Meilen betragen.

Durch die Atmosphäre werden die Strahlen der Sterne von ihrem Wege etwas abgelenkt, so daß jeder Stern höher erscheint, als er wirklich steht. Dieser Unterschied zwischen der wahren und der scheinbaren Höhe heißt die Refraction. Sie ist am Horizonte am größten, im Mittel 34 Minuten; in der Höhe von 43 Graden nur noch 1 Minute; im Zenith null. — Wegen der Refraction scheinen die Himmeskörper eher auf- und später unterzugehen. — Elliptische Gestalt der Sonnen- und Mondscheibe am Horizonte.

Noch andere durch die Atmosphäre bewirkte Erscheinungen sind die Morgen- und die Abenddämmerung, die blaue Farbe des Himmels, das Funkeln der Fixsterne.

II. Von der Sonne.

7. Bewegung der Sonne in der Ekliptik.

Die Sonne verändert ihre Lage gegen die Sterne fortwährend, und zwar dergestalt, daß sie in dem Zeitraume von 365¼ Tagen, welchen man ein Jahr nennt, der täglichen Bewegung entgegen einen größten Kreis, die Ekliptik, zu beschreiben scheint. Der Winkel dieses Kreises mit dem Aequator, oder die Schiefe der Ekliptik, beträgt 23° 27′.

Frühlings- und Herbstäquinoctialpunkt (21. März und 22. Juni); Sommer- und Winterfolstitialpunkt (23. Sept. und 22. Dec.) — Theilung der Ekliptik in zwölf Zeichen. — Länge der Sonne. — Sonnenzeit. 1 Tag Sonnenzeit beträgt im Mittel 1 Tag 3′ 57″ Sternzeit.

8. Elliptiſche Bewegung der Sonne.

Die ſcheinbare Geſchwindigkeit der Sonne in ihrer Bahn iſt nicht immer von derſelben Größe. Am größten iſt ſie bei einer Länge der Sonne von 280° (d. 1. Jan.), wo letztere in einem Tage um 61′ 10″ fortrückt; am kleinſten iſt die Geſchwindigkeit bei einer Länge von 100° (d. 2. Juli), wo die Sonne in einem Tage einen Bogen von 57′ 12″ beſchreibt. Unterſchied zwiſchen der wahren und der mittleren Sonnenzeit. Erſtere wird von der wahren, letztere von einer erdichteten mittleren Sonne angezeigt, welche ſich längs des Aequators gleichförmig bewegt und mit der wahren Sonne einerlei Umlaufszeit hat.

Auch der ſcheinbare Durchmeſſer der Sonne, mithin auch ihre Entfernung von der Erde, iſt kleinen Aenderungen unterworfen. Am größten iſt ihr Durchmeſſer, = 32′ 35″, folglich ihre Entfernung am kleinſten, da, wo ihre Geſchwindigkeit am größten iſt. Am kleinſten, iſt der Durchmeſſer, = 31′ 30″, folglich die Entfernung am größten, in dem entgegengeſetzten Punkte der Bahn, wo die Geſchwindigkeit am kleinſten iſt.

Aus dieſen und vielen anderen Beobachtungen über den ſcheinbaren Durchmeſſer und die ſcheinbare Geſchwindigkeit der Sonne hat man gefunden, daß die Sonne alljährlich eine Ellipſe beſchreibt, in deren einem Brennpunkte die Erde ruht, und daß die gerade Linie vom Mittelpunkte der Erde nach dem Mittelpunkte der Sonne (Radius Vector der Sonne) in gleichen Zeiten gleiche Flächen der Ellipſe überſtreicht. — Die Excentricität dieſer Ellipſe iſt = $\frac{1}{60}$.

9. Wahre Größe und Entfernung der Sonne.

Aus dem mittleren Werthe des ſcheinbaren Sonnendurchmeſſers, 32′ 2″, folgt, daß die Sonne im Mittel um $107\frac{3}{11}$ ihres Durchmeſſers von der Erde entfernt iſt. Aus den in den Jahren 1761 und 1769 beobachteten Vorübergängen der Venus vor der Sonnenſcheibe hat man berechnet, daß die Erde von der Sonne aus unter einem Winkel von 17¼ Sec. im Mittel erſcheint. Hieraus folgt, daß der Durchmeſſer der Sonne 112 mal, ihre Oberfläche

12600 mal und ihr körperlicher Inhalt 1414000 mal größer, als der Durchmeſſer, die Oberfläche und der körperliche Inhalt der Erde iſt, und daß die Sonne um 12032 Durchmeſſer des Erdäquators oder 20682329 Meilen von der Erde im Mittel entfernt iſt.

10. Bewegung der Erde um die Sonne.

Das Phänomen der jährlichen Bewegung der Sonne um die Erde läßt ſich auch dadurch erklären, daß die Sonne ruht, und daß die Erde alljährlich um die in dem einem Brennpunkte ſtehende Sonne eine Ellipſe von derſelben Größe und Form mit derſelben Richtung nnd Geſchwindigkeit beſchreibt, welche die Sonne um die Erde zu beſchreiben ſcheint. Dieſe Erklärung iſt ſchon deshalb viel wahrſcheinlicher, weil die Sonne ein faſt anderthalb Millionen mal größerer Körper, als die Erde iſt, und wird durch die in der erſten Hälfte des vorigen Jahrhunderts von Bradley entdeckte Aberration des Lichtes auf das unumſtößlichſte bewieſen. Läuft nämlich die Erde um die Sonne, ſo muß durch die vereinigte Wirkung dieſer Bewegung und der 10000 mal ſchnelleren des Lichtes jeder Fixſtern eine kleine Ellipſe zu beſchreiben ſcheinen, deren größter Durchmeſſer der Ekliptik parallel iſt und 40″ beträgt. Dieſe kleinen Bewegungen laſſen ſich aber an allen Fixſternen auch wirklich beobachten.

Perihelium, Aphelium, Apſidenlinie.

11. Veränderungen der Elemente, welche die Bewegung der Erde um ihre Axe und um die Sonne beſtimmen.

Während ſich die Erde jährlich einmal um die Sonne bewegt, dreht ſie ſich täglich einmal um eine ſich zwar nahe, aber doch nicht ganz vollkommen parallel bleibende Axe. Dieſe Axe dreht ſich nämlich in dem Zeitraume von faſt 26000 Jahren nach einem der Bewegung der Erde um die Sonne entgegengeſetzten Sinne um die Axe der Ekliptik, mit welcher Axe ſie nahe immer denſelben Winkel (= der Schiefe der Ekliptik) macht.

Folgen dieſer Drehung der Axe ſind: das Rückwärtsgehen der Aequinoctialpunkte in der Ekliptik um $50\frac{2}{10}$ Sec. jährlich, —

die langsame Aenderung der Lage der Sterne gegen den Aequator und dessen Pole, — der zu machende Unterschied zwischen den Zeichen und den Bildern der Ekliptik, — der Unterschied zwischen

dem tropischen Jahre = 365 Tage 5 St. 48 Min. 48 Sec.
und dem siderischen = = 365 = 6 = 9 = 11 =

Die Schiefe der Ekliptik hat seit der ältesten historischen Zeit fortwährend abgenommen; diese Abnahme beträgt gegenwärtig in 100 Jahren 48 Sec.

Die Apsiden rücken jährlich 11 Sec. vorwärts.

Die Excentricität vermindert sich in 100 Jahren um $\frac{1}{2361}$.

12. Von den Flecken und der Axendrehung der Sonne.

Nicht selten erblickt man auf der Sonne schwarze Flecken, die in der Regel von einem lichtschwachen grauen Nebel umgeben sind. Aus der Bewegung derselben folgt, daß sich die Sonne in $25\frac{1}{2}$ Tagen nach derselben Richtung, wie die Erde, um eine Axe dreht, die mit der Axe der Ekliptik einen Winkel von $7\frac{1}{2}$ Graden macht, und deren Nordpol nach dem 348sten Grade der Ekliptik zu liegt.

Größe und Veränderlichkeit der Flecken. — Herschel's Hypothese über die Natur der Sonne, wonach die Oberfläche dieses Körpers an sich dunkel und von einer stark glänzenden Lichthülle umgeben ist. In dieser Hülle entstehende Oeffnungen, durch welche man auf den nicht selbstleuchtenden Körper hinabsehen kann, bringen die Erscheinung der Flecken hervor. — Sonnenfackeln, oder Stellen, welche beträchtlich heller, als der übrige Grund der Sonnenscheibe sind.

Das Zodiakallicht, ein blasser Schimmer, der im Frühjahr bald nach Sonnenuntergang und im Herbste vor Sonnenaufgang von der Sonne ab am Horizonte schief aufwärts nach der Richtung der Ekliptik, oder vielmehr des Sonnenäquators, fortgeht und spitzig zuläuft.

III. Von dem Monde.

13. Vom Laufe des Mondes um die Erde.

Unter allen Himmelskörpern hat der Mond ſcheinbar die größte eigene Bewegung. Seine Bahn, in der er eben ſo, wie die Sonne, von Abend nach Morgen fortrückt, durchläuft er in Bezug auf die Sonne: in 29 Tag. 12 St. 44′ 3″ — ſynodiſcher Monat.
= = Sterne: = 27 = 7 = 43′12″ — ſideriſcher =
= = Aequinoct.= 27 = 7 = 43′ 5″ — periodiſcher =

235 ſynodiſche Monate ſind nur um $1\frac{1}{2}$ Stunde kleiner als 19 julianiſche Jahre. Meton's Mondcykel. Güldene Zahl.

Die ſcheinbare Mondsbahn iſt ein größter Kreis, der die Ekliptik unter einem Winkel von 5° 8′ 48″ ſchneidet. Die Schneidepunkte heißen die Knoten. — Aufſteigender — niederſteigender Knoten.

Die Knoten haben eine rückgängige (der ſcheinbaren eigenen Bewegung der Sonne oder des Mondes entgegengeſetzte) Bewegung, welche in Beziehung auf die Fixſterne in 365 Tagen 19° 20′ 32″ beträgt.

Sideriſche Umlaufszeit der Knoten: 18 jul. Jahre 218 Tage 21 St. 23′ 9″.

Das Knotenjahr oder die Umlaufszeit der Sonne in Bezug auf die Knoten: 346 Tage 14 St. 52′ 35″. Der Zeitraum von 223 ſynodiſchen Monaten, d. i. von 18 jul. Jahren 11 Tagen 7 St. 42′ 29″ iſt ſehr nahe gleich 19 Knotenjahren.

14. Lichtgeſtalten, Entfernung und Größe des Mondes.

Die Veränderung der Lichtgeſtalt des Mondes hängt mit ſeiner ſcheinbaren Entfernung von der Sonne genau zuſammen. Es beweiſt dieſe Veränderung, daß der Mond eine an ſich dunkle von der Sonne erleuchtete Kugel iſt, und daß er uns um vieles näher, als die Sonne, ſein muß. Aus dem zu gleicher Zeit von verſchiedenen Orten der Erde beobachteten verſchiedenen Stande des Mondes gegen die benachbarten Sterne hat man geſchloſſen,

daß vom Monde aus der Halbmesser der Erde im Mittel unter einem Winkel von 57′ 1″ erscheint, daß folglich der Mond von der Erde um $60\frac{3}{10}$ Halbmesser der letztern, d. i. um 51 800 Meilen im Durchschnitte von dem Mittelpunkte der Erde entfernt ist, und uns damit 399 mal näher, als die Sonne, steht.

Der scheinbare Durchmesser des Mondes ist im Mittel = 31′ 7″, und damit sein wahrer Durchmesser der 110te Theil seiner Entfernung von der Erde. Hieraus folgt der wahre Durchmesser des Mondes = $\frac{3}{11}$ des Durchmessers der Erde = 469 Meilen; seine Oberfläche = $\frac{1}{13}$ und sein körperlicher Inhalt = $\frac{1}{49}$ der Oberfläche und des Inhalts der Erde.

15. Genauere Bestimmung der Bewegung des Mondes.

Die scheinbare Geschwindigkeit des Mondes und sein scheinbarer Durchmesser sind kleinen Veränderungen unterworfen, die sich ziemlich befriedigend erklären lassen, wenn man annimmt, daß der Mond sich in einer Ellipse bewegt, in deren einem Brennpunkte die Erde sich befindet; und daß der Radius Vector des Mondes in gleichen Zeiten gleiche Flächen beschreibt. Die Excentricität dieser Ellipse ist = $\frac{1}{18}$.

Perigäum, Apogäum, Apsidenlinie.

Die Apsidenlinie hat eine vorwärts gehende Bewegung von 40° 40′ jährlich. Ihre siderische Umlaufszeit beträgt 8 julian. Jahre 310 Tage 13 St. 48′ 29″.

Der Mond kehrt uns immer nahe dieselbe Seite zu und dreht sich daher bei jedem Umlauf um eine auf der Ebene seiner Bahn nahe perpendicular stehende Axe. Diese Umdrehung ist vollkommen gleichförmig, und die Axe macht mit der Axe der Ekliptik einen Winkel von 1° 28′. Hierdurch wird die Libration oder das Schwanken des Mondes in Länge und Breite erklärt.

16. Von den Mondfinsternissen.

Die von der Sonne erleuchtete Erde wirft einen kegelförmigen Schatten hinter sich, der $108\frac{3}{10}$ Erddurchmesser lang ist. Tritt der nur 30 Durchmesser der Erde von ihr entfernte Mond in diesen

Schatten, ſo erleidet er eine Finſterniß. In der Gegend, wo der Mond durch den Schatten geht, iſt der Durchmeſſer des Schattens $2\frac{2}{3}$ mal ſo groß, als der Durchmeſſer des Mondes. — Es folgt hieraus, daß eine Mondfinſterniß nur zur Zeit des Vollmonds, und wenn dann der Mond nahe bei dem einen ſeiner Knoten ſteht, ſtattfinden kann. Im Durchſchnitt ereignet ſich eine ſolche, wenn der Vollmond weniger als $10\frac{1}{2}$ Grade von dem einen der beiden Knoten entfernt iſt.

Totale, partiale Finſterniſſe. — Eine Mondfinſterniß beginnt am öſtlichen Rande des Mondes und hört auf am weſtlichen. — Unſicherheit des Anfangs und des Endes wegen des Halbſchattens der Erde. — Röthliche Farbe des Mondes bei totalen Finſterniſſen.

17. Von den Sonnenfinſterniſſen.

Die Länge des ganzen Schattens, den der von der Sonne beleuchtete Mond hinter ſich wirft, iſt nahe dem Abſtande des Mondes von der Erde gleich. Der Durchmeſſer des Halbſchattens an der Spitze des ganzen Schattens iſt $\frac{2}{3}$ des Durchmeſſers der Erde. Trifft nun der Halbſchattenkegel die Erde, ſo wird in allen den Ländern, welche innerhalb des Kreiſes des Halbſchattens liegen, eine Sonnenfinſterniß, d. i. eine ganze oder theilweiſe Bedeckung der Sonne von dem Monde, wahrgenommen, und der bedeckte Theil der Sonne iſt um ſo größer, je näher der Beobachter dem ganzen Schatten iſt.

Sonnenfinſterniſſe ereignen ſich daher nur zur Zeit des Neumondes, und wenn zugleich der Mond nahe bei dem einen ſeiner Knoten, durchſchnittlich nicht mehr als 16° von ihm entfernt iſt. Totale, partiale, ringförmige Finſterniſſe. Merkwürdige Erſcheinungen bei totalen Finſterniſſen.

Eine Sonnenfinſterniß nimmt für einen beſtimmten Ort der Erde ihren Anfang am weſtlichen Sonnenrande und hört auf am öſtlichen.

Nach 19 Knotenjahren oder 18 jul. Jahren und 11 Tagen kehren die Sonnen- und Mondfinſterniſſe ſehr nahe in derſelben Ordnung wieder. Es ereignen ſich in dieſer Periode 41 Sonnen-

und 29 Mondfinſterniſſe; doch ſind für einen beſtimmten Ort der Erde erſtere etwa dreimal ſeltener, als die letzteren.

Gebrauch der Mond- und vorzüglich der Sonnenfinſterniſſe zu geographiſchen Längenbeſtimmungen.

18. Phyſiſche Beſchaffenheit des Mondes.

Mondcharten von Galiläi, Hevel, Riccioli, Caſſini, Tobias Maier, Schröter, Lohrmann, Beer und Mädler. — Ausmeſſung der Erhabenheiten und Vertiefungen auf der Mondfläche.

Die Erhabenheiten ſind größtentheils Wall- oder Ringgebirge, welche meiſtens tiefe Krater, zuweilen aber auch Ebenen einſchließen, in denen ſich nicht ſelten kegelförmige Berge erheben; außerdem noch einzeln ſtehende Berge, fortgehende Gebirgsketten und flache Bergadern.

Außer den gedachten Kratern giebt es noch viele Vertiefungen ohne Wallberge und nicht ſehr tiefe Rillen oder Kanäle.

Die Ebenen haben eine graue Farbe, ſind aber nicht Meere, wie man ehedem glaubte. Ueberhaupt findet ſich auf dem Monde keine Spur von Waſſer, ſo wie auch die den Mond umgebende Atmoſphäre, wenn er anders eine ſolche hat, viel dünner als die unſrige ſein muß.

Wahrſcheinliche Bildung der Mondfläche durch vulcaniſche Ausbrüche.

IV. Von den Planeten.

19. Scheinbare Bewegung der Planeten.

Die bei weitem meiſten Sterne verändern ihre gegenſeitige Lage nur unmerklich und werden deshalb Fixſterne genannt. Nur einige wenige haben eine auffallende eigene Bewegung und heißen daher Planeten d. i. Irrſterne. Fünf derſelben, Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn, laſſen ſich mit bloßen Augen wahrnehmen und unterſcheiden ſich von den übrigen Ster-

nen, außer ihrem Fortrücken, noch durch ihr weniger funkelndes Licht. Durch Fernröhre beobachtet, zeigen ſie ſich als kleine Scheiben.

Die Planeten, mehrere der in neuerer Zeit entdeckten ausgenommen, entfernen ſich von der Ekliptik nie über 9 Grad. Zodiakus.

Merkur und Venus halten ſich immer in der Nähe der Sonne auf. Abend- und Morgenſtern. Obere und untere Conjunction, größte öſtliche und weſtliche Digreſſion.

Die übrigen Planeten können in Bezug auf die Sonne jede Stellung einnehmen. — Conjunction, Oppoſition, öſtliche und weſtliche Quadratur. — Den größten Theil der Zeit ſind dieſe Planeten rechtläufig. Ihre rechtläufige Bewegung iſt in der Conjunction am größten, jedoch immer noch kleiner, als die der Sonne. Einige Zeit vor der Oppoſition werden ſie rückläufig und bleiben es bis eben ſo lange nach derſelben. — Synodiſche Umlaufszeit.

20. Wahre Bewegung der Planeten.

Die einfachſte, von Copernikus (geb. 1473, geſt. 1543) gegebene, Erklärung der ſcheinbaren Bewegung iſt folgende: Die Planeten beſchreiben, jeder mit nahe gleichförmiger Geſchwindigkeit, nahe kreisförmige und von der Ebene der Ekliptik nur wenig abweichende Bahnen um die nahe im Mittelpunkte jedes dieſer Kreiſe ſtehende Sonne. Die Bahnen des Merkur und der Venus werden von der Erdbahn, und letztere wird von den Bahnen der übrigen Planeten eingeſchloſſen. Die Erde iſt hiernach gleichfalls ein Planet. — Untere, obere Planeten. — Methode, die ſideriſchen Umlaufszeiten und die Entfernungen der Planeten von der Sonne zu beſtimmen.

	Synod. Umlaufszeit	Sid. Umlaufszeit	Entf. v. d. Sonne
Merkur	— Jahr 116 Tage	— Jahr 88 Tage	0,387
Venus	1 = 219 =	— = 225 =	0,723
Erde		— = 365 =	1,000
Mars	2 = 49 =	1 = 322 =	1,524
Jupiter	1 = 34 =	11 = 315 =	5,203
Saturn	1 = 13 =	29 = 167 =	9,539

Die Jahre ſind julianiſche, d. i. von 365 Tag. und 6 Stund.

21. Genauere Bestimmung der Planetenbewegungen.

Die Bewegungen der Planeten richten sich nach folgenden drei von Kepler (geb. 1571, gest. 1630) entdeckten Gesetzen:

Jeder Planet bewegt sich in einer Ellipse, in deren einem Brennpunkte die Sonne sich befindet.

Der Radius Vector eines Planeten beschreibt in gleichen Zeiten gleiche Flächen.

Die Quadrate der Umlaufszeiten der Planeten verhalten sich wie die Würfel ihrer mittlern Entfernungen von der Sonne.

Die Elemente einer Planetenbahn, d. i. die zur Bestimmung des Laufs eines Planeten nöthigen Stücke, sind hiernach folgende sechs: Länge des aufsteigenden Knotens, Neigung, Länge des Perihels, Excentricität, halbe große Axe, Länge in der Epoche.

22. Vom Merkur, Venus und Mars.

	Neigung.	Excentr.	Scheinbarer Durchmesser.	Wahrer Durchmesser.	Inhalt.	Axen-Drehung.
Merkur	7° 0′	$\frac{1}{5}$	4″ bis 12″	$\frac{2}{5}$	$\frac{1}{17}$	24 St. 5′
Venus	3 23	$\frac{1}{146}$	10 = 62	$\frac{66}{67}$	$\frac{22}{23}$	23 = 21
Erde	0 0	$\frac{1}{60}$		1	1	23 = 56
Mars	1 51	$\frac{1}{11}$	3 = 23	$\frac{14}{27}$	$\frac{1}{7}$	24 = 37
Jupiter	1 19	$\frac{1}{21}$	30 = 46	$11\frac{1}{4}$	1414	9 = 55
Saturn	2 30	$\frac{1}{18}$	15 = 20	9	735	10 = 29

Merkur und Venus glänzen mit weißem Lichte. — Phasen derselben. — Vorübergang des Merkur und der Venus vor der Sonne. — Auf den Oberflächen dieser Körper beobachtete Erscheinungen.

Mars hat ein röthliches Licht; er erscheint in den Quadraturen nicht völlig rund. Die Flecken auf ihm sind größtentheils beständig; besonders merkwürdig sind die glänzenden Flecken an seinen Polen. Die Ebene seines Aequators ist gegen die Ebene seiner Bahn 28° 42′ geneigt.

23. Vom Jupiter und seinen vier Monden.

Jupiter ist nach der Venus der glänzendste Planet; sein Licht ist gelblich. — Dunkle Streifen auf seiner Oberfläche. Veränderlichkeit derselben. Dunkle Flecken, aus deren Bewegung man eine Axendrehung von 9 St. 55 M. hergeleitet hat. Die Axe ist perpendicular auf den Streifen. Der Aequator Jupiters macht mit der Ebene der Bahn Jupiters einen Winkel von 3° 6′. An den Polen ist Jupiter in dem Verhältniß von 15 zu 14 abgeplattet.

Um den Jupiter laufen in nahe kreisförmigen Bahnen und nahe bei der Ebene seines Aequators vier Monde, die wir fast in gerader Linie und fast parallel mit den Streifen sich hin und her bewegen sehen. Sie sind zuerst von Simon Marius in Ansbach im December 1609 und von Galiläi in Padua im Januar 1610 wahrgenommen worden. Ihre Abstände von Jupiters Mittelpunkte, ausgedrückt in Halbmessern Jupiters, sind: 6, $9\frac{6}{10}$, $15\frac{4}{10}$, 27; ihre Umlaufszeiten: 1 Tag 18 St., 3 T. 13 St., 7 T. 4 St., 16 T. 17 St.; ihre Durchmesser: $\frac{1}{36}$, $\frac{1}{41}$, $\frac{1}{25}$ $\frac{1}{29}$ des Durchmessers des Jupiter. — Merkwürdige Verhältnisse bei den Bewegungen der drei ersten Monde. — Verfinsterungen der Monde durch Jupiters Schatten. Die Beobachtung dieser Finsternisse veranlaßte den dänischen Astronomen Olaus Römer im J. 1675 zur Entdeckung der Geschwindigkeit des Lichts; er fand, daß das Licht in 8′ 13″ den Halbmesser der Erdbahn und daher in 1 Sec. 41000 Meilen durchläuft. — Gebrauch derselben Finsternisse zur Bestimmung geographischer Längen. — Veränderlichkeit in der Helligkeit der Jupitersmonde. Man hat hieraus gefolgert, daß jeder von ihnen dem Jupiter immer dieselbe Seite zukehrt.

24. Vom Saturn, seinem Ringe und seinen acht Monden.

Saturn hat eine matt weiße Farbe und helle und dunkle Streifen, die aber breiter und weniger scharf begränzt, als die Streifen auf dem Jupiter sind. Auch bemerkt man oft dunkle Flecken, woraus man auf eine Axendrehung von 10 St. 29′ geschlossen. Die Axe ist gegen die Ekliptik um 61° 49′ geneigt und ihr Nordpol nach dem 77. Grade der Ekliptik gerichtet. An den Polen ist Saturn im Verhältniß von 10 zu 9 abgeplattet.

Saturn ist, nach Huygens Entdeckung im J. 1660, von einem frei über seinem Aequator schwebenden Ringe umgeben. Die Breite des Ringes und der Abstand seiner innern Kante von Saturns Oberfläche verhalten sich zum Halbmesser des Saturn, wie 79 und 51 zu 100; die Dicke des Ringes ist jedenfalls sehr unbeträchtlich. Die Breite des Ringes ist nach den Beobachtungen Herschel's durch einen dunkeln Streifen, $= \frac{1}{16}$ der Breite, von außen nach innen im Verhältniß von 8 zu 13 getheilt, und der Ring ist hiernach eigentlich aus zwei concentrischen Ringen zusammengesetzt. Spätere Beobachter haben den äußern und schmälern dieser beiden Ringe in noch schmälere getheilt gefunden. — Erscheinung des Ringes von der Erde aus, vom Saturn aus. Der Ring verschwindet für uns alle 15 Jahre, zuletzt 1848. — Umdrehung desselben um die Axe Saturns. — Excentrische Lage des Ringes gegen den Saturn, von Schwabe 1827 bemerkt. — Gegen Ende des Jahres 1850 ist zwischen dem innern Ringe und dem Hauptplaneten ein dritter sehr matter und lichtschwacher Ring entdeckt worden.

Saturn ist von 8 Monden umgeben. Den 6. entdeckte Huygens im J. 1655; den 8., 5., 4., 3. Cassini gegen Ende des 17. Jahrhunderts; den 1. und 2. Herschel in den Jahren 1787 und 1789; den 7. endlich Lassell und Bond 1848. Die Bahnen dieser Monde sind, so weit wir sie kennen gelernt haben, nahe kreisförmig und fallen nahe mit der Ebene des Ringes zusammen, die Bahn des 8. ausgenommen, welche gegen diese Ebene eine beträchtliche Neigung hat. Ihre Umlaufszeiten gehen von 23 St. bis zu 79 Tagen 8 St; ihre Abstände von Saturns Mittelpunkte gehen von $3\frac{4}{10}$ bis $64\frac{4}{10}$ Halbmesser des Saturn. — Der größte ist der 6., wahrscheinlich nicht viel kleiner als der Mars. Aus Lichtveränderungen, die Herschel am 8. wahrgenommen, hat er geschlossen, daß dieser Mond dem Saturn immer dieselbe Seite zukehrt.

25. Von den in neuerer Zeit entdeckten Planeten.

Uranus wurde den 13. März 1781 von Herschel entdeckt.

Umlaufszeit des Uranus 84 Jahre 6 Tage; mittlere Entfernung von der Sonne 19,182; Neigung 0° 46′; Excentricität $\frac{1}{21}$; scheinbarer Durchmesser 4″; wahrer Durchmesser $4\frac{1}{3}$; körper-

licher Inhalt 82. — Uranus hat einen nur matten Schimmer; mit bloßem Auge iſt er nicht leicht zu erkennen.

Herſchel hat noch 6 den Uranus begleitende Monde entdeckt. Jedoch iſt nur von vier derſelben die Exiſtenz unbeſtritten gewiß. Am öfterſten ſind der 2te und 4te wiedergeſehen worden; ſie zeigen einen ſtarken Lichtwechſel, ſind um 17 und 23 Halbmeſſer des Uranus von dieſem entfernt und umkreiſen ihn in 8 Tagen 17 St. und 13 Tagen 11 St. Ihre Bahnen ſind auf der Erdbahn beinahe ſenkrecht, und die Richtung ihrer Bewegung geht von Oſten nach Weſten, während ſich die Monde der anderen Planeten, ſo wie alle Planeten ſelbſt, von Weſten nach Oſten bewegen. — Im Jahre 1851 entdeckte Laſſell noch zwei Monde, die ſich innerhalb der Bahn des erſten Herſchel'ſchen bewegen.

Neptun wurde den 23. September 1846 von Galle auf Le Verrier's Veranlaſſung entdeckt. Letzterer hatte nämlich aus Störungen, die am Uranus beobachtet worden waren und gleichwohl von den bekannten Planeten nicht herrühren konnten, auf das Daſein eines noch unbekannten Planeten geſchloſſen und die muthmaßlichen Elemente ſeiner Bewegung, ſo wie ſeinen Ort, für jenen Zeitpunkt berechnet.

Umlaufszeit des Neptun 164 Jahre und 216 Tage; mittlere Entfernung von der Sonne 30,034; Neigung 1° 47′; Excentricität $\frac{1}{109}$; ſcheinbarer Durchmeſſer $2\frac{7}{10}$ Sec.; wahrer Durchmeſſer $4\frac{7}{10}$; körperlicher Inhalt 100.

Ein von Laſſell im Auguſt 1847 entdeckter Trabant des Neptun hat eine Umlaufszeit von 5 Tagen 21 St. und iſt um 12 Halbmeſſer des Neptun vom letztern entfernt; ſeine Bahn iſt gegen die Ekliptik 34° geneigt. — Im Auguſt 1850 entdeckte Laſſell einen zweiten Trabanten, deſſen Exiſtenz jedoch von anderer Seite noch nicht beſtätigt worden iſt.

Schon lange vermuthete man, daß ſich in dem Raume zwiſchen Mars und Jupiter ein Planet befände. (Geſetz des Titius zwiſchen den Entfernungen der Planeten von der Sonne.) Dieſe Vermuthung beſtätigte ſich, als Piazzi den 1. Januar 1801 die Ceres entdeckte. Bald darauf wurden in demſelben Raume noch 3 andere Planeten: Pallas von Olbers den 28. März 1802, Juno von

Harding den 1. September 1804, Vesta von Olbers den 29. März 1807 entdeckt. — Die folgenden Elemente gelten für den 23. Juli 1831.

	Mittl. Entf. v. d. Sonne.	Umlaufszeit.	Neigung.	Excentr.
Vesta	2,361	3 J. 230 T.	7° 8′	$\frac{1}{11}$
Juno	2,669	4 = 132 =	13 2	$\frac{11}{43}$
Ceres	2,771	4 = 224 =	10 37	$\frac{1}{13}$
Pallas	2,773	5 = 225 =	34 36	$\frac{8}{33}$

Die Durchmesser dieser vier Planeten sind sehr klein. Den größten unter ihnen hat, wie es scheint, Pallas; er beträgt nach Lamont 145 Meilen. Vesta hat nach Mädler einen Durchmesser von 66 Meilen.

In demselben Raume zwischen Mars und Jupiter sind seit 1845 bis October 1859 noch 53, als Sterne der 8. bis 13. Größe erscheinende, kleine Planeten aufgefunden worden:

1845: Asträa H.: 1847: Hebe H., Iris H., Flora H.;
1848: Metis Gr.; 1849: Hygiea dG.;
1850: Parthenope dG., Victoria H., Egeria dG.;
1851: Irene H., Eunomia dG.;
1852: Melpomene H., Psyche dG., Thetis L., Fortuna H., Massilia dG., Lutetia G., Calliope H., Thalia H.;
1853: Themis dG., Phokäa C., Proserpina L., Euterpe H.;
1854: Bellona L., Amphitrite M., Urania H., Euphrosyne F., Pomona G., Polyhymnia C.;
1855: Circe C., Leukothea L., Atalanta G., Fides L.;
1856: Leda C., Lätitia C., Harmonia G., Daphne G. Isis P.;
1857: Ariadne P., Nysa G., Eugenia G., Hestia P., Pseudo-Daphne*) G., Aglaja L., Doris G., Pales G., Virginia F.;

*) Ein neuer Planet, der anfangs irrigerweise für die schon entdeckte Daphne gehalten wurde.

1858: Nemauſa L., Europa G., Kalypſo L., Alexandra G., Pandora S.;
1859: Mnemoſyne L.

Die beigefügten Buchſtaben C, F, G, dG, Gr, H, H, L, L, M, P, S bezeichnen die Namen der Entdecker: Chacornac, Ferguson, Goldſchmidt, de Gasparis, Graham, Hencke, Hind, Luther, Laurent, Marth, Pogson, Searle.

Unter allen dieſen ſieben und fünfzig kleinen Planeten (Planetoiden, Aſteroiden) kommt Flora dem Mars und Doris dem Jupiter am nächſten. Die mittlere Entfernung der Flora von der Sonne iſt 2,201, die der Doris 3,297. Die Umlaufszeiten dieſer zwei Planeten ſind 3 Jahre 97 Tage und 5 J. 360 T. — Die größte Neigung gegen die Ekliptik hat noch immer die Pallasbahn, ihr zunächſt kommt die Neigung der Bahn der Euphroſyne von 26° 25′; die Bahnebene der Maſſilia fällt mit der Ebene der Ekliptik beinahe zuſammen. — Die größte Excentricität hat die Bahn der Virginia; ſie beträgt $\frac{7}{10}$. — Verſchlungene Lage der Bahnen.

26. Von den Kräften, durch welche die Bewegungen der Planeten hervorgebracht werden.

Das Geſetz der Trägheit. — Kraft; beſchleunigende, bewegende Kraft. Das Parallelogramm der Kräfte. — Bewegung eines Körpers, der einen Stoß erhalten hat und von einer nach einem feſten Punkte zu gerichteten Kraft fortwährend getrieben wird. Die gerade Linie von dieſem Punkte nach dem ſich bewegenden Körper beſchreibt in gleichen Zeiten gleiche Flächen. Hiernach und in Folge des zweiten der drei Kepler'ſchen Geſetze wird jeder Planet von einer nach der Sonne gerichteten Kraft getrieben, oder, wie man ſich ausdrückt: er wird von der Sonne angezogen. Dieſe anziehende Kraft iſt in Folge des erſten jener drei Geſetze für jeden Planeten einzeln umgekehrt dem Quadrate ſeiner Entfernung von der Sonne proportional. Nach dem dritten Geſetze aber ſteht ſie auch von einem Planeten zum andern im umgekehrten Verhältniſſe des Quadrats der Entfernung.

Eben ſo, wie Bewegung der Planeten um die Sonne durch eine anziehende Kraft der Sonne, wird auch die Bewegung des

Mondes um die Erde durch eine anziehende Kraft der Erde erklärt. Es ist dies dieselbe Kraft, welche alle irdischen Gegenstände, wenn sie von der Erde getrennt werden, nach ihr zurücktreibt. Auf gleiche Art werden auch die Bewegungen der übrigen Monde um ihre Hauptkörper durch eine anziehende Kraft der letztern hervorgebracht. Denn diese Bewegungen richten sich ebenfalls nach Kepler's Gesetzen.

Newton (geb. 1642, gest. 1727) folgerte aus diesen und ähnlichen von ihm angestellten Untersuchungen, daß je zwei Theile der Materie sich gegenseitig anziehen, und daß diese anziehende Kraft sich direct wie die Masse des anziehenden Theils und umgekehrt wie das Quadrat seiner Entfernung vom angezogenen Theile verhält.

Es werden daher nicht nur die Planeten von der Sonne, sondern auch diese von jenen, und überhaupt je zwei Körper des Systems von einander, angezogen. Hiedurch werden alle kleinen Abweichungen von den Kepler'schen Gesetzen in dem Laufe der Planeten, das Rückwärtsgehen der Aequinoctien, die Ebbe und Fluth ꝛc. auf das vollkommenste erklärt. — Störungen. — Stabilität des Planetensystems. Unveränderlichkeit der mittlern Entfernungen und folglich auch der Umlaufszeiten. Enge Grenzen, zwischen denen die Veränderung der Excentricität und die Veränderung der Neigung jeder Planetenbahn eingeschlossen ist.

27. Von der Masse und der Dichtigkeit der Planeten.

Durch Vergleichung der anziehenden Kräfte, welche die Erde auf den Mond und die Sonne auf die Erde ausüben, erhält man nach Newton's Gesetz das Verhältniß der Erdenmasse zur Sonnenmasse. Auf eben die Art ergeben sich die Massen des Jupiter, Saturn und Uranus im Vergleich zur Sonnenmasse. Die Massen der Planeten Venus und Mars, welche keine Begleiter haben, lassen sich durch die Störungen bestimmen, die jeder von ihnen im Laufe der übrigen Planeten hervorbringt. Die Masse des Merkur ist erst vor zwei Jahrzehenden durch ihren Einfluß auf den dem Merkur im Jahre 1838 ziemlich nahe gekommenen Encke'schen Kometen bestimmt worden.

Aus den Verhältniſſen der Maſſen finden ſich die Verhältniſſe der Dichtigkeiten der Planeten, da ſich die Dichtigkeiten zweier Körper direct wie die Maſſen und umgekehrt wie die Räume der Körper verhalten.

Die Dichtigkeit der Erdkugel iſt durchſchnittlich $5\frac{1}{2}$ mal ſo groß, als die des Waſſers. Verſuche und Beobachtungen, die zu dieſem Ende von Maskelyne, von Cavendiſh, von Baily und zuletzt von Reich (in Freiberg 1837 und 1849—50) angeſtellt worden ſind, haben reſp. die Reſultate 4,71; 5,45; 5,66; 5,44 und 5,58 gegeben.

Aus den Verhältniſſen zwiſchen den Maſſen und den räumlichen Größen der Sonne und der Planeten laſſen ſich noch die Verhältniſſe zwiſchen den Gewichten berechnen, mit denen ein und derſelbe Körper auf den Oberflächen der Sonne und der verſchiedenen Planeten laſtet. Proportional dieſen Gewichten ſind die Längen der Secundenpendel (auf der Erdoberfläche im Mittel 3,06 par. Fuß), ſo wie die Fallräume der Körper in der erſten Secunde (auf der Erdfläche im Mittel 15,09 par. Fuß.)

	Maſſe.	Dichtigkeit.	Gewicht auf der Oberfläche.
Sonne	359551	0,252	2854
Merkur	$\frac{1}{14}$	1,234	48
Venus	$\frac{1}{10}$	0,940	92
Erde	1	1,000	100
Mars	$\frac{2}{15}$	0,958	50
Jupiter	343	0,243	272
Saturn	103	0,140	122
Uranus	15	0,178	77
Neptun	24	0,222	110
Mond	$\frac{1}{81}$	0,672	17

V. Von den Kometen.

28. Aeußeres Anſehen und ſcheinbare Bewegung der Kometen.

Die Kometen haben eben ſo, wie die Planeten, eine eigene Bewegung, unterſcheiden ſich aber von ihnen ſchon durch ihr nebelartiges Anſehen. — Kern, Kopf, Schweif. — Der Schweif iſt in der Regel von der Sonne abgekehrt. Mannigfache Form und Größe der Schweife; häufige Veränderung derſelben. Kometen ohne Schweife. Einige Kometen ſind am hellen Tage ſichtbar geweſen, viele andere in der Nacht nur durch Fernröhre.

Die Kometen folgen nicht dem Thierkreiſe, ſondern bewegen ſich nach allen möglichen Richtungen, bald geſchwinder, bald langſamer. Gemeinhin nähern ſich die Kometen nach ihrem erſten Erſcheinen der Sonne, werden unſichtbar und kommen dann auf der andern Seite der Sonne wieder zum Vorſcheine. Die ganze Dauer der Sichtbarkeit beträgt gewöhnlich nur einige Monate, ſelten viel über ſechs.

29. Wahre Bewegung der Kometen.

Ein von der Sonne nach dem Newton'ſchen Geſetz der Schwere angezogener Körper kann ſich um ſie, ſtatt in einer Ellipſe, auch in einer Parabel oder Hyperbel bewegen. Verallgemeinerung der Kepler'ſchen Geſetze. — In der Regel iſt das von einer Kometenbahn zu beobachtende Stück ſchwer von einer Parabel zu unterſcheiden, und wenn ſich ein Unterſchied zeigt, ſo giebt derſelbe eine elliptiſche Bahn zu erkennen. — Große Excentricität der Kometenbahnen und daraus folgender großer Unterſchied zwiſchen der Geſchwindigkeit im Perihel und im Aphel. Die Bahnen der Kometen unterſcheiden ſich von denen der Planeten, außer ihrer großen Excentricität, noch dadurch, daß ſie gegen die Ekliptik alle möglichen Neigungen haben; auch bewegen ſich die Kometen nicht blos recht-, ſondern auch rückläufig um die Sonne. — Einwirkung der Planeten auf die Bewegung der Kometen, insbeſondere auf den Kometen von 1770. Elemente einer Kometenbahn. Berechnung der Elemente

aus drei Beobachtungen. — Wenn, wie dies meiſtens der Fall iſt, das zu beobachtende Stück einer Kometenbahn von einem Parabelbogen nicht unterſchieden werden kann, ſo läßt ſich die große Axe, und daher auch die Umlaufszeit nicht angeben; beide ſind über alle Maaßen groß.

Nach Galle's Aufzählung ſind bis zur Mitte von 1847 178 Bahnen berechnet worden. Seitdem bis Ende October 1859 hat man 37 neue Kometen entdeckt und berechnet. — Die Anzahl aller exiſtirenden Kometen beträgt wahrſcheinlich viele Tauſende.

30. **Von den Kometen, deren Umlaufszeiten bekannt ſind.**

Komet.	Größte Entfern. v. d. Sonne.	Kleinſte Entfern. v. d. Sonne.	Neigung.	Bewegung.
von Halley	35,4	0,6	18°	rückl.
= Enke	4,1	0,3	13°	rechtl.
= Biela	6,2	0,9	13°	rechtl.
= Faye	5,9	1,7	11°	rechtl.
= Brorſen	5,6	0,7	31°	rechtl.
= d'Arreſt	5,7	1,2	14°	rechtl.
= Tuttle	10,6	1,0	54°	rechtl.
= Winnecke	5,0	0,9	11°	rechtl.

Der Halley'ſche Komet, ſo genannt nach Edmund Halley, welcher ihn nach ſeiner Erſcheinung im Jahre 1682 berechnete und das Reſultat fand, daß er eine Umlaufszeit von nahe 76 Jahren habe, ſchon in den Jahren 1456, 1531, 1607 geſehen worden ſei und gegen das Jahr 1759 wiederkehren werde. — Verſchiedenheit ſeiner Größe bei ſeinen frühern Erſcheinungen. Merkwürdigkeiten bei ſeiner letzten Erſcheinung im Jahre 1835, wo er am 16. November durch ſeine Sonnennähe ging.

Der Encke'ſche Komet wurde von Pons in Marſeille den 26. November 1818 entdeckt. Encke berechnete ſeine Bahn und erkannte daraus ſeine kurze Umlaufszeit von 3 Jahren und 113 Tagen. Früher war er ſchon 1786, 1795 und 1805 beobachtet worden. Seit 1818 hat man ihn regelmäßig 1822, 25, 28, 32, 35, 38, 42, 45, 48, 52, 55, 58 geſehen. Er iſt nur durch das

Fernrohr wahrzunehmen und hat keinen merklichen Schweif. — Encke fand bei der Berechnung dieſes Kometen, daß jede Wiederkehr zum Perihel einige Stunden früher eintritt, und ſchloß daraus, daß ſich die Himmelskörper in einem, obſchon äußerſt feinen, widerſtehenden Mittel bewegen.

Der Biela'ſche Komet wurde von v. Biela den 28. Febr. 1826 zu Joſephſtadt in Böhmen, als ein kleiner lichtſchwacher Nebel ohne Schweif, entdeckt. Seine Umlaufszeit beträgt 6 Jahre 270 Tage. Man fand, daß er ſchon in den Jahren 1772 und 1805 geſehen worden; 1832 hat man ihn wieder beobachtet. Bei ſeiner Erſcheinung im Jahre 1846 zertheilte er ſich in zwei Kometen, beide mit Kopf und Schweif, doch von ungleicher Größe, die anfangs 3, ſpäter 6 Minuten von einander abſtanden. Im September 1852 iſt in Rom der Hauptkomet wiederum mit einem, jedoch äußerſt lichtſchwachen, Begleiter wahrgenommen worden.

Der Faye'ſche Komet, von Faye in Paris den 22. November 1843 entdeckt, hat nach einer von Le Verrier angeſtellten Rechnung eine Umlaufszeit von 7½ Jahren und iſt auch in der That in den Jahren 1851 und 1857 wieder beobachtet worden.

Der Brorſen'ſche Komet wurde am 26. Februar 1846 von Brorſen in Kiel entdeckt und als periodiſcher Komet mit einer Umlaufszeit von 5½ Jahren erkannt. Seine Wiederkehr im September 1851 wurde zwar nicht beobachtet. Allein ſein Erſcheinen im März 1857 hat ſeine Periodicität außer Zweifel geſtellt.

Der d'Arreſt'ſche Komet, am 27. Juni 1851 von d'Arreſt in Leipzig entdeckt, hat eine Umlaufszeit von 6⅔ Jahren. Bei ſeiner erſten Rückkehr wurde er am 4. Dezember 1857 von Maclear am Vorgebirge der guten Hoffnung wieder aufgefunden und 44 Tage beobachtet.

Den 4. Januar 1858 wurde von Tuttle in Cambridge in Nordamerika ein Komet entdeckt, welcher ſich mit dem 2. Kometen vom Jahre 1790 identiſch zeigte und ſeit dieſer Zeit fünf Umläufe gemacht haben mußte. Seine Umlaufszeit beträgt hiernach 13⅓ Jahre.

Ein von Winnecke in Bonn den 9. März 1858 entdeckter Komet hat ſich mit dem von Pons am 12. Juni 1819 entdeckten

Kometen als identiſch erwieſen. Er vollendet ſeinen Umlauf in 5½ Jahren.

Außer dieſen acht Kometen hat man keinen mit Gewißheit mehr als einmal geſehen.

Den Halley'ſchen Kometen ausgenommen, zeichnen ſich die 7 übrigen dieſer 8 Kometen durch die Kürze ihrer Umlaufszeiten aus. Auch haben ſie noch dieſes mit einander gemein, daß ſie ſich rechtläufig bewegen, daß die Neigungen ihrer Bahnen, mit Ausnahme der Bahn des Tuttle'ſchen, nur mäßig ſind, und daß ihre Bahnen ſelbſt ſich ungleich mehr, als die der übrigen Kometen, der Kreisform nähern.

Unter den erſt einmal erſchienenen Kometen ſind als ſolche, deren Umlaufszeiten noch mit hinreichender Sicherheit erkannt worden, zu nennen: die von Pons, Olbers, de Vico, Brorſen, und Weſtphal in den Jahren 1812, 15, 46, 47 und 52 entdeckten Kometen, welche bezüglich in 71, 74, 73, 75 und 61 Jahren die Sonne umkreiſen. — Zu erwähnen iſt hier noch ein von de Vico am 22. Auguſt 1844 entdeckter Komet, der, obſchon ſich aus den damals gemachten Beobachtungen deſſelben eine Umlaufszeit von 5½ Jahren ergab, doch weder 1850 noch 1855 wieder aufgefunden worden iſt. Nach Le Verrier ſoll er identiſch mit dem von 1678 ſein.

31. Phyſiſche Beſchaffenheit der Kometen.

Die Größe des Kerns iſt ſchwer zu beſtimmen. Viele Kometen ſcheinen gar keinen, oder nur einen ſehr kleinen Kern zu haben.

Größe des Kopfs bei verſchiedenen Kometen. Bei einigen Kometen hat ſich der Kopf in der Sonnennähe vermindert gezeigt.

Der Schweif ſchließt ſich bei den meiſten Kometen unmittelbar an den Kopf an. Bei einigen, namentlich bei dem von 1811, war er vom Kopfe durch einen dunklen Raum getrennt. Doppelſchweif des von 1811. — Der Schweif iſt in der Regel nach der Seite hingebeugt, von welcher der Komet herkommt. — Kometen mit mehreren Schweifen. — Nebenſchweife. — Veränderlichkeit der Schweife. — Längen verſchiedener Schweife. — Hypotheſen über die Entſtehung der Schweife.

Aeußerst geringe Masse und Dichtigkeit der Kometen. Durchsichtigkeit derselben. Sie glänzen nach Arago nur mit reflectirtem Sonnenlichte, nicht mit eigenem. — Höchst geringe Wahrscheinlichkeit des Zusammentreffens eines Kometen mit der Erde. Zusammentreffen des Biela'schen Kometen mit der Erde. — Vermutheter Einfluß der Kometen auf unsere Atmosphäre.

VI. Von den Fixsternen.

32. Von den Fixsternen im Allgemeinen.

Vertheilung der Sterne in Bilder. Namen einzelner Sterne. Bezeichnung der Sterne durch Buchstaben und Zahlen. Sterncharten und Sternkataloge.

Eintheilung der Sterne nach dem Grade ihres Glanzes in Sterne der 1sten, 2ten, 3ten u. s. w. Größe. Ein gutes Auge sieht noch die Sterne der 6ten Größe. — Sirius, der glänzendste unter den Fixsternen, hat nach J. Herschel fast 200 mal so viel Licht, als ein Stern 6ter Größe.

Argelander zählt 20 Sterne der 1sten, 65 der 2ten, 190 der 3ten, 425 der 4ten, 1100 der 5ten und 3200 der 6ten Größe. Die Zahl aller Sterne bis zur 6ten Größe beträgt hiernach 5000. Die Zahl aller Sterne bis zur 9ten Größe rechnet Argelander zu 200,000.

Die Entfernung der Fixsterne von uns ist im Allgemeinen nicht meßbar. Von ihnen aus gesehen, erscheint der Halbmesser der Erdbahn kleiner als eine Secunde, und ihre Entfernung ist daher größer, als 200,000 solcher Halbmesser, d. i. größer als 4 Billionen Meilen. Die Zeit, welche das Licht gebraucht, um von ihnen bis zu uns zu gelangen, muß hiernach mehr als 3 Jahre betragen. Für den Stern α in der Leier hat Struve diese Zeit 12¼ Jahre gefunden; für den Doppelstern 61 im Schwan hat Bessel 9¾ Jahre erhalten; Henderson und Maclear haben

für α im Centaur einen Lichtweg von $3\frac{1}{2}$ Jahren und für den Sirius von 22 Jahren gefunden. — Bei dieſer über Alles großen Entfernung der Fixſterne kann ihr Licht nicht von der Sonne herrühren, ſondern muß ihnen eigenthümliches Licht ſein.

Die Fixſterne erſcheinen in den Fernröhren als bloße Punkte, und dieſe Punkte ſind deſto feiner, je beſſer die angewendeten Inſtrumente ſind.

An ſehr vielen Fixſternen hat man eine eigene Bewegung beobachtet, und wahrſcheinlich giebt es keinen, der eine ſolche nicht hätte. Der Doppelſtern 61 des Schwans bewegt ſich $5\frac{1}{10}$ Secunden jährlich. Die größte bis jetzt erkannte Eigenbewegung hat ein Stern im Hintertheile des Schiffs; ſie beträgt $7\frac{9}{10}$ Sec. jährlich. Dieſe Bewegung der Fixſterne mag zum Theil nur ſcheinbar ſein und von einer Bewegung unſeres Sonnenſyſtems herrühren. Nach Argelander iſt letztere Bewegung nach einem zwiſchen ε und λ des Herkules liegenden Punkte gerichtet.

33. Von veränderlichen und neuen Sternen.

Mehrere Sterne erſcheinen in Perioden von beſtimmter Dauer bald heller, bald dunkler und verſchwinden auch wohl auf einige Zeit. Es gehören dahin

	Periode.	Veränderung d. Größe.
o im Wallfiſche	331 Tage 20 St.	2 bis unſichtb.
β im Perſeus	2 = 21 =	2 = 4
δ im Cepheus	5 = 9 =	3 = 5
χ im Schwan	406 = 1 =	4 = 11
α im Herkules	66 = 8 =	3 = 4
β in der Leier	6 = 11 =	3 = $4\frac{1}{2}$
η im Adler	7 = 4 =	3 = 5
α in der Caſſiopeia	79 = 3 =	2 = 3

Vermuthungen über die Urſache dieſer Veränderlichkeit.

Man hat bisweilen Sterne an Orten geſehen, wo vorher keine waren. Tycho entdeckte im Jahr 1572 einen ſolchen in der

Caſſiopeia, der anfangs ſogar am Tage ſichtbar war. Kepler entdeckte im Jahr 1604 einen neuen Stern der 1ſten Größe im öſtlichen Fuße des Schlangenträgers; Anthelm im Jahre 1670 einen Stern der 3ten Größe am Fuße des Fuchſes. Im April 1848 entdeckte Hind einen neuen röthlich gelben Stern 5ter Größe gleichfalls im Schlangenträger. Alle dieſe Sterne ſind aber nur wenige Jahre ſichtbar geweſen.

Bei vielen Sternen bemerkt man eine allmähliche Veränderung ihres Glanzes und ihrer Farbe. Altair im Adler wird von Ptolemäus zur 2ten, jetzt zur erſten Größe gerechnet. Der Stern δ im großen Bären iſt nach Tycho von der 2ten, jetzt nur von der 4ten Größe. Das Licht des Sirius war ehedem röthlich, jetzt iſt es weiß.

34. Von den Doppelſternen.

Es giebt viele Sterne, die, wenn Fernröhre mit hinreichend ſtarker Vergrößernng angewendet werden, in zwei aufgelöſt erſcheinen. Der ältere Herſchel, und in unſeren Zeiten der jüngere Herſchel, South und Struve, haben ſehr ausgedehnte Kataloge ſolcher Doppelſterne geliefert. Struve hat unter etwa 120 000 durchmuſterten Sternen über 3000 Doppelſterne gefunden, wonach durchſchnittlich jeder 40ſte Stern ein Doppelſtern iſt. — Größere Zahl der Fälle, in welchen die zwei Sterne nahe bei einander ſind, als derjenigen, in welchen ſie weiter auseinander ſtehen. — Verhältnißmäßig größere Zahl von Doppelſternen unter den helleren Sternen. — Viel häufiger ſind zwei Sterne von gleicher Größe, als von ungleicher, zu einem Doppelſterne verbunden.

Alles dieſes beweiſt, daß die meiſten Doppelſterne es nicht bloß optiſch, ſondern auch phyſiſch ſind. Bei vielen giebt ſich die phyſiſche Nähe der beiden Sterne noch kund durch ihr gemeinſchaftliches Fortrücken unter den übrigen Sternen, beſonders aber durch die Bewegnng des einen Sternes um den anderen. Dieſe Bewegung geſchieht ganz auf dieſelbe Weiſe, nach welcher ſich die Planeten um die Sonne drehen, und das Geſetz der gegenſeitigen Anziehung, welches in unſerem Sonnenſyſteme herrſcht, muß daher auch jenſeits in den Syſtemen der Doppelſterne walten. Bei mehr

als 400 Doppelsternen hat man eine Veränderung der gegenseitigen Stellung mit Gewißheit erkannt. Von etwa 20 unter ihnen kennt man die Elemente des Umlaufes des einen Sternes um den andern. Die kürzeste Umlaufszeit hat man bei ζ im Herkules gefunden, wo sie 36 Jahre beträgt.

Farben der Doppelsterne. Die Farbe des größeren Sternes neigt sich meistens zum Gelben und Rothen, während der kleinere in blauer oder blaugrüner Farbe erscheint. — Die einfachen Sterne haben nur weißes oder gelbliches oder röthliches Licht.

Vielfache Sterne.

35. Von der Milchstraße.

Die Mittellinie dieses den Himmel umgebenden lichtvollen Gürtels weicht nur wenige Grade von einem größten Kreise ab. Der Nordpol dieses Kreises liegt über dem Haar der Berenice, der Südpol beim Schwanze des Wallfisches. Die Breite der Milchstraße ist im Einhorn am größten, = 17 Gr., unter den Hinterfüßen des Centauren am kleinsten, = 2 Gr. — Abgesonderte Aeste und dunkle Stellen in derselben. — Verschiedenheit ihres Lichtglanzes. — Sie ist der Schimmer von unzählig vielen sehr nahe bei einander stehenden Sternen. — Von William Herschel versuchte Zählungen der Sterne an einigen Stellen der Milchstraße. Ueberhaupt fand Herschel, daß, jemehr man sich der Milchstraße nähert, der Himmel desto reicher an Sternen wird.

Die Erscheinung der Milchstraße hat nach Herschel darin ihren Grund, daß wir uns nahe in der Mitte eines Systems von Sternen befinden, welche einen linsenförmigen Raum einnehmen und darin ziemlich gleichförmig vertheilt sind. Muthmaßliche Dimensionen dieser Linse in Siriusweiten ausgedrückt.

Abweichungen von der gleichförmigen Vertheilung. Sternhaufen.

36. Von den Nebelflecken.

So nennt man kleine mehr oder weniger lichte Stellen am Himmel, die, durch Fernröhre betrachtet, größtentheils ihr nebelartiges Ansehen behalten, zum Theil aber auch in Sterne auflös-

bar sind. Die Kataloge der Nebelflecke von Will. Herschel und Joh. Herschel enthalten gegen 4000 derselben. — Einige haben ein gleichförmiges, aber sehr mattes Licht; an anderen unterscheidet man eine oder mehrere, heller glänzende Stellen. — In Gruppen geordnete Nebel, deren jeder eine besonders helle Stelle hat. — Nebel von besonders merkwürdigen Formen. Doppel- und vielfache Nebel, die es meistens gewiß physisch, nicht blos optisch, sind. — Völlig runde Nebel, deren Licht gegen die Mitte regelmäßig zunimmt — Sternige Nebel, d. i. Nebel mit einer kleinen hellen Lichtscheibe in der Mitte. Planetarische Nebel; sie sind rund und haben ein gleichförmiges starkes Licht. — Mit Nebel umgebene Sterne oder Nebelsterne. Sterne mit Nebelringen, mit Nebelarmen sind in einem Raume, der nur 8 bis 10 Minuten im Durchmesser hat, 10 bis 20tausend Sterne enthalten. Durch das vor wenigen Jahren vom Lord Rosse gebaute Spiegelteleskop (Länge 50 engl. Fuß, Oeffnung 6 Fuß) sind sehr viele der bisher nicht auflösbaren und zum Theil für leuchtende Dunstmassen gehaltenen Nebel als dichtgedrängte Sternhaufen erkannt worden.

Besonders merkwürdige Nebel: Der Nebel in der Andromeda. im Jahr 1612 von Simon Marius zuerst bemerkt. Der Nebel im Orion, 1656 von Huygens entdeckt. Die Nebelflecken im Schützen, im Schwan, im Fuchs; ringförmiger Nebel in der Leier; Spiralnebelfleck im nördlichen Jagdhunde. Die zwei Magellanischen Wolken.

Den Gegensatz von Sternhaufen und Nebelflecken bilden einige sehr sternarme und deshalb dunkel erscheinende Stellen des Himmels; die auffallendste unter ihnen ist der sogenannte Kohlensack im südlichen Kreuze.

Die vorzüglicheren bei uns ſichtbaren Sternbilder nach ihrer gegenſeitigen Lage geordnet.

Nördliche Sternbilder.		Südliche Sternbilder.	
		Fiſche	Wallfiſch Eridan
Caſſiopeia Cepheus	Andromeda		
	Triangel	Widder	
	Perſeus		
		Stier	
	Fuhrmann		Orion Haaſe
		Zwillinge	Gr. Hund
	Luchs		Einhorn
		Krebs	Kl. Hund
Kleiner Bär Großer Bär Drache (Schwanz)			
	Kleiner Löwe	Löwe	
	Haar der Berenice		Becher
	Bootes	Jungfrau	
	Nördl. Krone		Rabe
		Waage	Waſſer — ſchlange
	Schlangenhalter u. Schlange		
Herkules		Skorpion	
Leier			
		Schütze	
Pfeil	Adler		
		Steinbock	
Schwan	Delphin		Südl. Fiſch
	Füllen	Waſſermann	
	Pegaſus		
		Fiſche	
Drache (Kopf)			

679454

Leipzig.
Druck von Hilthel & Legler.

BIBLIOTECA
NAZ
B.
Misc
12
9